

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
25. September 2003 (25.09.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/079095 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>:

G02C

16, 81247 München (DE). **ESSER, Gregor** (DE);  
Madelsederstrasse 17, 81735 München (DE). **AL-  
THEIMER, Helmut** (DE); An der Halde 2, 87650  
Lauchdorf (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE03/00825

(74) Anwalt: **MÜNICH, Wilhelm**; c/o Anwaltskanzlei Dr.  
Münich & Kollegen, Wilhelm-Mayr-Strasse 11, 80689  
München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
13. März 2003 (13.03.2003)

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AU, JP, US.

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(30) Angaben zur Priorität:  
102 11 033.6 13. März 2002 (13.03.2002) DE

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu  
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US*): **RODENSTOCK GMBH** (DE); Isartalstrasse 43,  
80469 München (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **HAIMERL, Walter**  
(DE); Thalkirchnerstrasse 78a, 80337 München (DE).  
**PFEIFFER, Herbert** (DE); Georg Hann-Strasse

(54) Title: PROGRESSIVE SPECTACLE LENS WITH TWO NON-SPHERICAL SURFACES, MORE PARTICULARLY TWO  
PROGRESSIVE SURFACES

(54) Bezeichnung: PROGRESSIVES BRILLENGLAS MIT ZWEI ASPHÄRISCHEN UND INSBESONDERE PROGRESSIVEN-  
FLÄCHEN

A2

(57) Abstract: The invention relates to a progressive spectacle lens comprising two non-spherical surfaces, more particularly two progressive surfaces, which contribute to the enhancement of the effectiveness (addition add) of the long distance vision part to the reading distance part. The invention is characterized in that the sagittas  $z_i = z_i(x, y)$  of at least one (i) progressive surface ( $i=1,2$ ) are selected in such a way that the sagittas ( $z$ ) of the respective surface have predetermined values in the edge of the glass spectacles defined by  $y_i = f_{i1}(x)$  for  $y = 0$  or.  $Y_i = f_{i2}(x)$  for  $y < 0$  without this surface (i) or the other surface (j) having a curvature inversion serving to form a margin, etc.

WO 03/079095

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird ein progressives Brillenglas mit zwei asphärischen und insbesondere progressiven, d. h. zum Wirkungsanstieg (Addition Add) vom Fernteil zum Nahteil beitragenden Flächen. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Pfeilhöhen  $z_i = z_i(x, y)$  wenigstens einer (i) progressiven Fläche ( $i=1,2$ ) so gewählt sind, dass die Pfeilhöhen  $z$  dieser jeweiligen Fläche an dem durch  $y_i = f_{i1}(x)$  für  $y \geq 0$  bzw.  $Y_i = f_{i2}(x)$  für  $y < 0$  gegebenen Rand des Brillenglases vorgegebene Werte annehmen, ohne dass diese Fläche (i) oder die andere Fläche (j) eine zur Bildung eines Tragrandes etc. dienende Krümmungsumkehr aufweisen.

Progressives Brillenglas mit zwei asphärischen  
und insbesondere progressiven Flächen

---

5

B E S C H R E I B U N G

10      **T e c h n i s c h e s   G e b i e t**

Die Erfindung bezieht sich auf ein progressives Brillenglas mit zwei asphärischen und insbesondere progressiven Flächen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

15

Unter progressiven Brillengläsern (auch als Gleitsichtgläser, Multifokalgläser bzw. -linsen etc. bezeichnet) versteht man üblicherweise Brillengläser, die in dem Bereich, durch den der Brillenträger einen in größerer Entfernung befindlichen Gegenstand betrachtet - i.f. als Fernteil bezeichnet -, eine andere (geringere) Brechkraft haben als in dem Bereich (Nahteil), durch den der Brillenträger einen nahen Gegenstand betrachtet. Zwischen dem Fernteil und dem Nahteil ist die sog. Progressionszone angeordnet, in der die Wirkung des Brillenglases von der Wirkung des Fernteils kontinuierlich auf die des Nahteils ansteigt. Den Wert des Wirkungsanstiegs (in dpt) zwischen dem sog. Fernbezugspunkt und dem sog. Nahbezugspunkt bezeichnet man auch als Addition (Add). Typische Werte der Addition liegen zwischen (ca.) 0,75 dpt und (ca.) 3,5 dpt.

In der Regel ist der Fernteil im oberen Teil des Brillenglases angeordnet und für das Blicken „ins Unendliche“

che" ausgelegt, während der Nahteil im unteren Bereich angeordnet und insbesondere zum Lesen (Entfernungen 0,33 bis 0,4 m) ausgelegt ist. Für Spezialanwendungen - genannt werden sollen hier exemplarisch Pilotenbrillen 5 oder Brillen für Bildschirmarbeitsplätze - können der Fern- und/oder der Nahteil auch anders angeordnet sein und/oder für andere Entfernungen ausgelegt sein. Ferner ist es möglich, dass mehrere Nahtteile und/oder Fernteile und entsprechend mehrere Progressionszonen vorhanden 10 sind.

Bei progressiven Brillengläsern mit konstantem Brechungsindex ist es für die Zunahme der Brechkraft zwischen dem Fernteil und dem Nahtteil erforderlich, dass sich die Krümmung einer oder beider Flächen vom Fernteil zum Nahtteil kontinuierlich ändert. Dies bedeutet, 15 dass die Fläche(n) zumindest zweimal stetig differenzierbar sein muss (müssen) :

20 Die Flächen von Brillengläsern werden üblicherweise durch die sogenannten Hauptkrümmungsradien R1 und R2 in jedem Punkt der Fläche charakterisiert. (Manchmal werden anstelle der Hauptkrümmungsradien auch die sogenannten Hauptkrümmungen  $K_1 = 1/R_1$  und  $K_2 = 1/R_2$  angegeben.) Die Hauptkrümmungsradien bestimmen zusammen mit 25 dem Brechungsindex n des Brillenglas-Materials in jedem Punkt der Fläche die für die augenoptische Charakterisierung einer Fläche häufig verwendeten Größen:

30           Flächenbrechwert         =  $0,5 * (n-1) * (1/R_1 + 1/R_2)$   
          Flächenastigmatismus =          $(n-1) * (1/R_1 - 1/R_2)$

Der Flächenbrechwert ist die Größe, über die die Zunahme der Wirkung vom Fernteil zum Nahteil erreicht wird. Der Flächenastigmatismus (anschaulich Zylinderwirkung) ist eine „störende Eigenschaft“, da ein Astigmatismus - sofern das Auge nicht selbst einen zu korrigierenden Astigmatismus aufweist -, der einen Wert von ca. 0,5 dpt übersteigt, zu einem als unscharf wahrgenommenen Bild auf der Netzhaut führt.

10 **Stand der Technik**

Die zur Erzielung des Flächenbrechwert-Zuwachses erforderliche Änderung der Krümmung der Fläche ohne das Sehen "störenden" Flächenastigmatismus ist zwar relativ einfach längs einer (ebenen oder gewundenen) Linie zu erreichen, seitlich dieser Linie ergeben sich jedoch starke „Verschneidungen“ der Fläche, die zu einem großen Flächenastigmatismus führen, der das Glas in den Bereichen seitlich der genannten Linie mehr oder weniger schlecht macht.

20

Aus flächentheoretischen Gründen ist es also nicht möglich, bei einer Fläche, deren Flächenbrechkraft vom Fernteil zum Nahteil zunimmt, die Bereiche seitlich einer (astigmatismusfreien oder mit einem vorgegebenen Astigmatismus behafteten) Linie frei von physiologisch störendem Flächenastigmatismus „zu halten“. Hierzu wird auch auf den sog. Satz von Minkwitz verwiesen.

30 Da sich im Fernteil die optische Wirkung und damit die Hauptkrümmungsradien (praktisch) nicht ändern sollen, ist es relativ einfach, den Fernteil einer progressiven Fläche so zu gestalten, dass der Fernteil in einem gro-

ßen Bereich einen sehr kleinen Flächenastigmatismus (< 0,5 dpt) oder sogar den Flächenastigmatismus-Wert „0“ aufweist, also sphärisch gestaltet ist. Andererseits ist die „Qualität“ der Gestaltung der seitlichen  
5 Bereiche des Übergangsbereichs von entscheidender Bedeutung für die Verträglichkeit des Brillenglases für den jeweiligen Brillenträger.

Die grundsätzliche Aufgabe bei der Konstruktion jedes progressiven Brillenglases besteht damit darin, - ohne unzumutbare Verschlechterung des Fernteils bzw. dessen Größe - die Seitenbereiche in der Übergangszone sowie gegebenenfalls die Seitenbereiche des Nahteils so zu gestalten, dass das Brillenglas möglichst gut verträglich für den Brillenträger und insbesondere für einen Jung-Presbyopen ist, der erstmals ein progressives Brillenglas benutzt.  
10  
15

Zur Lösung dieser grundsätzlichen Aufgabe ist in der Vergangenheit bei der Konstruktion einer zur Brechkraftänderung beitragenden Fläche eines progressiven Brillenglases von einer in einer Ebene liegenden oder gewunden verlaufenden Linie - auch als Hauptmeridian oder als Hauptlinie bezeichnet - als „Konstruktionsrückgrad der Fläche“ ausgegangen worden. Diese Linie bzw. dieses Konstruktionsrückgrad verläuft (üblicherweise) in etwa zentral auf der Fläche von oben nach unten und folgt mit ihrem Verlauf in etwa dem Durchstoßpunkt der Sehstrahlen durch die (jeweilige) Brillenglasfläche bei einer Blickbewegung und insbesondere bei einer Blicksenkung. Die Hauptkrümmungen eines jeden Punktes dieser Linie sind derart gewählt, dass die ge-  
20  
25  
30

wünschte Zunahme des Flächenbrechwertes vom Fernteil zum Nahteil erreicht wird. Ausgehend von dieser Linie sind dann die Seitenbereiche der Fläche (mehr oder weniger) geeignet berechnet worden.

5

Für die Gestaltung der Seitenbereiche sind eine Vielzahl von Lösungen bekannt geworden. In der Anfangszeit der Berechnung progressiver Brillengläser ist eine rein flächentheoretische Optimierung ausschließlich der progressiven Fläche durchgeführt worden, bei der eine möglichst weitgehende Reduzierung des störenden Flächenastigmatismus bzw. ein „Abdrängen“ des Flächenastigmatismus in die seitlichen unteren Bereiche des Brillenglasses im Vordergrund gestanden hat.

15

Seit einigen Jahren optimieren die meisten großen Hersteller von progressiven Brillengläsern die progressive Fläche nicht unter rein flächentheoretischen Gesichtspunkten, sondern für die so genannte Gebrauchsstellung, 20 d.h. insbesondere unter Berücksichtigung des Astigmatismus schiefer Bündel, so dass nicht der Flächenastigmatismus, sondern der Gesamtastigmatismus als (eine) relevante, zu optimierende Größe betrachtet wird:

25 Zur Berechnung einer progressiven Fläche in der Gebrauchsstellung wird eine Gebrauchssituation festgelegt. Diese bezieht sich entweder auf einen konkreten Nutzer, für den die einzelnen Parameter - wie Pupillenabstand, Vorneigung, Hornhaut-Scheitelabstand usw. - in 30 der jeweiligen Gebrauchssituation eigens ermittelt werden und die progressive Fläche gesondert berechnet und gefertigt wird, oder auf Durchschnittswerte, wie sie

beispielsweise in der DIN 58 208 Teil 2 beschrieben sind. Ergänzend insbesondere zu den zu berücksichtigenden Parametern wird auf die WO 01/57584 A2 verwiesen.

5      Gleichgültig ob bei einem progressiven Brillenglases mit nur einer progressiven Fläche diese Fläche (nur) unter flächentheoretischen Gesichtspunkten oder für eine konkrete Gebrauchsstellung optimiert worden ist, ergeben sich dadurch, dass nur eine Fläche zum Bechkraft-  
10     Anstieg beiträgt, Einschränkungen hinsichtlich der Eigenschaften der optimierten Fläche und damit des gesamten Brillenglases.

Deshalb sind bereits seit langem - zumindest in der Patentliteratur - Brillengläser mit zwei progressiven Flächen vorgeschlagen worden. Nur exemplarisch wird hierzu auf die DE 33 31 757 A1 oder die DE 33 31 763 A1 (Anmelder: Optische Werke G. Rodenstock) verwiesen, auf die im übrigen wie auch auf alle hier genannten Veröffentlichungen zur Erläuterung und zur Ergänzung der vorliegenden Anmeldung ausdrücklich Bezug genommen wird.

Die Verwendung von zwei progressiven, d. h. zum Anstieg der optischen Wirkung vom Fernteil zum Nahteil beitragenden Flächen hat in jedem Falle den Vorteil, dass jede der Flächen nur einen Teil der Addition aufbringen muss. Da die Bildfehler einer Fläche, wie beispielsweise der Flächenastigmatismus oder die Verzeichnung bei den üblichen Flächendesigns stärker als linear mit der Zunahme der Addition Add ansteigen, ergeben sich bereits durch die Aufteilung der Addition auf zwei Flä-

chen bessere optische Eigenschaften verglichen mit einem Progressivglas gleicher Fernteil-Wirkung und gleicher Addition, das nur eine progressive Fläche aufweist, und dessen andere Fläche eine sphärische oder  
5 torische Fläche ist.

Diese Aussage gilt auch dann, wenn die andere Fläche eine asphärische oder atorische Fläche ist, die individuell zur Anpassung einer progressiven Fläche, die für  
10 eine durchschnittliche Gebrauchssituation optimiert worden ist, an eine bestimmte, von der Auslegungs-Gebrauchssituation abweichende Gebrauchssituation berechnet worden ist.

15 Zudem addieren sich die Flächenastigmatismus-Werte der augenseitigen Fläche und der Vorderfläche geometrisch bzw. nach der Kreuzylinder-Methode, d. h. nicht betragsmäßig, sondern unter Berücksichtigung ihrer Achslage. Da außerdem bei der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche, die nacheinander oder gleichzeitig unter Berücksichtigung der bereits optimierten bzw. der jeweils anderen Fläche optimiert werden, die Maximalwerte des Flächenastigmatismus in der Regel an Stellen liegen, die nicht von ein- und demselben Sehstrahl  
20 „durchstoßen“ werden, und zudem die Achslagen des Flächenastigmatismus ebenfalls in der Regel unterschiedlich sind, erreichen die (geometrisch) addierten Flächenastigmatismus-Werte der progressiven Vorderfläche und der progressiven augenseitigen Fläche nicht die  
25 Flächenastigmatismus-Werte eines Brillenglasses mit nur einer progressiven Fläche. Zudem ist es sogar möglich, die Flächen so zu gestalten, dass sich die Bildfehler,  
30

wie beispielsweise die unerwünschten Flächenastigmatismus-Werte der beiden Flächen zumindest teilweise kompensieren. Hierzu wird auf die bereits erwähnten DE-Offenlegungsschriften der Optischen Werke G. Rodenstock verwiesen.

Bei den aus dem Stand der Technik bekannten progressiven Brillengläsern mit zwei progressiven Flächen sind die beiden Flächen ausschließlich unter dem Gesichtspunkt der Verbesserung der optischen Eigenschaften verglichen mit progressiven Brillengläsern mit nur einer progressiven Fläche berechnet worden.

Eine Optimierung der beiden progressiven Flächen unter anderen Gesichtspunkten, wie insbesondere geometrischen Gesichtspunkten, wie zum Beispiel dem einem Gläserring einer Brillenfassung angepassten Verlauf des Randes der Vorderfläche eines gerandeten Brillenglases, ist in der Vergangenheit nicht in Betracht gezogen worden. Auch der in der DE 33 31 757 A1 angesprochene Abbau der Verschneidung dient lediglich einem Abbau des Flächenastigmatismus und damit einer Verbesserung der optischen Eigenschaften und nicht einer Optimierung eines progressiven Brillenglases mit zwei progressiven Flächen unter Berücksichtigung von geometrischen und insbesondere kosmetischen Gesichtspunkten.

#### **Darstellung der Erfindung**

Die Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein progressives Brillenglas gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 derart weiterzubilden, dass es nicht nur gute optische Eigenschaften aufweist, sondern auch bestimmte

Vorgaben insbesondere bezüglich seiner äußereren Formgestaltung erfüllt. Die Vorgaben können dabei unter kosmetischen Gesichtspunkten, z.B. Durchbiegung des Brillenglases und/oder hinsichtlich des Verlaufs des Brillenglasrandes gemacht werden.

Erfindungsgemäße Lösungen dieser Aufgabe sind in den unabhängigen Ansprüchen gekennzeichnet. Weiterbildungen der Erfahrung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

10

Gemäß Anspruch 1 sind die Pfeilhöhen

$$z_i = z_i(x, y)$$

wenigstens einer (i) progressiven Fläche ( $i=1, 2$ ) so gewählt, dass die Pfeilhöhen  $z$  dieser Fläche an dem durch

15

$$y_i = f_{i1}(x) \text{ für } y \geq 0 \text{ bzw.}$$

$$y_i = f_{i2}(x) \text{ für } y < 0$$

gegebenen Rand des Brillenglasses vorgegebene Werte annehmen, ohne dass diese Fläche (i) oder die andere Fläche (j) eine zur Bildung eines Tragrandes etc. dienende Krümmungsumkehr aufweisen.

20

Ein Tragrand wird beispielsweise bei Star-Brillen verwendet, um das Brillenglas bei nicht zu großer Mittendicke in eine vergleichsweise große Brillenfassung einschleifen zu können.

25

Insbesondere kann dabei nicht nur der Verlauf des Randes, sondern sogar die Gestaltung des peripheren Bereichs einer oder beider Flächen weitgehend frei - beispielsweise unter kosmetischen Gesichtspunkten - vorgegeben werden.

Unter Pfeilhöhe wird gemäß der üblichen Definition in der Brillenoptik im Rahmen der vorliegenden Anmeldung der Abstand eines Punktes mit den Koordinaten ( $x, y$ ) auf einer der beiden Flächen des Brillenglases von der Tangentialebene an den Scheitel der Vorderfläche in Richtung der Flächennormale (z-Achse) der Tangentialebene verstanden. Der Ursprung des  $x, y, z$ -Koordinatensystems liegt dabei im Flächenscheitel der Vorderfläche, der in der Regel – aber nicht unbedingt – mit dem Mittelpunkt des rohrunden Brillenglases zusammenfällt. Die x-Achse verläuft in der Gebrauchsstellung, d.h. bei einem vor dem Auge des Brillenträgers angeordneten Brillenglas, horizontal, die y-Achse vertikal.

Erfnungsgemäß ist erkannt worden, dass es bei einem progressiven Brillenglas mit zwei asphärischen und insbesondere progressiven Flächen möglich ist, den Verlauf des Randes (und sogar des peripheren, nur zum orientierenden Sehen dienenden Bereichs) wenigstens einer Fläche weitgehend frei vorzugeben, wobei der Randbereich in gleicher Weise wie bei einem herkömmlichen progressiven Brillenglas mit nur einer progressiven Fläche, die ohne Rücksicht auf den Verlauf des Randes optimiert worden ist, für das (direkte und indirekte) Sehen genutzt werden kann. Insbesondere ist der Randbereich damit nicht als sogenannter Tragrand ausgestaltet, wie er beispielsweise bei Brillengläsern hoher Wirkung für Star-operierte Brillenträger eingesetzt wird; derartige Brillengläser sind z. B. in der DE 32 25 270 C2 beschrieben, auf die insbesondere zu Erläuterung der Begriffe „Krümmungsumkehr“ und „Tragrand“ ausdrücklich Bezug genommen wird.

Vor allem aber hat - anders als bei Brillengläsern mit nur einer progressiven Fläche - die im wesentlichen durch geometrische Vorgaben bestimmte Vorgabe des Verlaufs des Randes praktisch keine Auswirkungen auf die optischen Eigenschaften des Brillenglases im zentralen, d.h. für das direkte unmittelbare Sehen entscheidendem Bereich. Bei Brillengläsern mit nur einer progressiven Fläche stellt man dagegen fest, dass Randbedingungen für die Peripherie die Optimierung des zentralen Bereichs spürbar beeinflussen.

So ist es bei dem erfindungsgemäßen Brillenglas insbesondere möglich, dass wie bei bekannten progressiven Brillengläsern mit nur einer progressiven Fläche der Gesamtastigmatismus an keiner Stelle des Brillenglases einen Wert von  $1,5 * \text{Add}$  und insbesondere  $1,1 * \text{Add}$  oder sogar  $1,0 * \text{Add}$  überschreitet. Unter Gesamtastigmatismus wird der Astigmatismus in Gebrauchsstellung verstanden, der im wesentlichen durch den Flächenastigmatismus der beiden Flächen sowie den Astigmatismus schiefer Bündel bestimmt ist. Bei Brillengläsern mit geringer optischer Wirkung ist der Gesamtastigmatismus im wesentlichen durch den Flächenastigmatismus der beiden Flächen bestimmt.

Diese Einhaltung von Bedingungen für den Gesamtastigmatismus muss insbesondere nicht zu Lasten anderer optische Eigenschaften, wie der Verzeichnung und/oder des Refraktionsfehlers gehen. Insbesondere ist es möglich, dass der Refraktionsfehler an keiner Stelle des Brillenglases einen Wert von  $1 * \text{Add}$  und insbesondere von

0,7\*Add überschreitet. Weiterhin können auch bestimmte Vorgaben für die prismatischen Wirkungen an bestimmten Stellen des Brillenglases gemacht werden.

5 In der Praxis sind sogar noch wesentlich geringere Werte für den Gesamtastigmatismus und den Refraktionsfehler möglich !

Bei der erfindungsgemäßen Vorgabe des Verlaufs des Randes können die verschiedensten Gesichtspunkte der berücksichtigt werden:

10 Insbesondere kann der Rand der durch eine gewählte Brillenfassung vorgegebene Rand des gerandeten Brillenglases sein. Dies bedeutet, dass auch bei extrem gestalteten Brillenfassungen der (individuell berechnete) Randverlauf beispielsweise so ausgebildet sein kann, dass der Rand der Vorderfläche an keiner Stelle über den so genannten Gläserring der Brillenfassungen „vorspringt“.

15 Selbstverständlich ist es aber nicht nur möglich, den Randverlauf unter Berücksichtigung des Verlaufs der Gläserringe der Brillenfassungen, in die die progressiven Brillengläsern eingesetzt werden sollen, vorzugeben.

20 Insbesondere dann, wenn die beiden progressiven Flächen nicht für eine individuelle Gebrauchssituation, sondern für eine durchschnittliche Gebrauchssituation, also nicht individuell berechnet werden, ist es von Vorteil,

wenn der Randverlauf für das rohrunde Brillenglas vor-  
gegeben wird.

Alternativ oder zusätzlich kann der Randverlauf bzw.  
5 die Gestaltung des peripheren Bereichs einer oder bei-  
der Flächen auch so vorgegeben werden, dass die kriti-  
sche Dicke des Brillenglases - die Mittendicke bei  
Brillengläsern mit positiver Wirkung bzw. die Randdicke  
bei Brillengläsern mit negativer Wirkung - minimiert  
10 wird.

Weiter ist es möglich, die Verläufe der Ränder der bei-  
den Flächen so zu wählen, dass die Variation der Rand-  
dicke längs des Umfangs des Brillenglasses deutlich ge-  
ringer als bei einem progressiven Brillenglas mit nur  
15 einer asphärisch-progressiven Fläche ist. Die Reduzie-  
rung der Randdicke kann dabei ausgewogen mit einer Ver-  
besserung der optischen Eigenschaften verglichen mit  
einem Brillenglas mit nur einer progressiven Fläche er-  
folgen:  
20

Insbesondere ist es bei einer ausgewogenen Gestaltung  
möglich, dass die Variation der Randdicke längs des Um-  
fangsrandes um wenigstens 30% geringer als bei einem  
progressiven Brillenglas mit gleicher Fernteilwirkung  
und Addition und mit nur einer progressiven Fläche ist.  
25 Absolut ausgedrückt kann die Randdicke längs des Um-  
fangs eines rohrunden Brillenglasses weniger als 40% und  
insbesondere weniger als 25% variieren.

30 Das erfindungsgemäße Brillenglas kann dabei ansonsten  
ähnlich wie herkömmliche progressiven Brillengläser und

insbesondere individuell für einen bestimmten Patienten bzw. eine bestimmte Gebrauchsstellung berechnete Brillengläser mit nur einer progressiven Fläche ausgebildet sein:

5

Beispielsweise ist es im Falle einer astigmatischen Verordnung möglich, dass wenigstens eine der beiden Flächen einen Flächenastigmatismus aufweist, dessen Betrag und Achslage den Astigmatismus des Auges - gegebenenfalls unter Berücksichtigung des Astigmatismus schiefer Bündel - zumindest annähernd korrigiert.

Dennoch hat das erfindungsgemäße Brillenglas eine Vielzahl von Gestaltungsmöglichkeiten, die in der veröffentlichten Patentliteratur nicht beschrieben bzw. bei den bekannten progressiven Brillengläsern mit zwei progressiven Flächen nicht realisiert sind:

20 Eine, beim Stand der Technik nicht erkannte Gestaltungsmöglichkeit bei Brillengläsern mit zwei progressiven Flächen ist die Aufteilung der Addition zwischen der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche:

Damit ist zum einen gemeint, dass die Vorderfläche und 25 die augenseitige Fläche nicht den gleichen Betrag zum Anstieg der Wirkung vom Fernteil (Fernbezugspunkt) zum Nahteil (Nahbezugspunkt) beitragen müssen. Zum anderen ist damit gemeint, dass der Anstieg der Wirkung auf der Vorderfläche und der augenseitige Fläche örtlich, d.h. 30 längs und/oder senkrecht zur (jeweiligen) Hauptlinie unterschiedlich sein kann.

Beispielsweise kann der durch das jeweilige Rezept vor-  
gegebene Wirkungsanstieg Add vom Fernteil zum Nahteil  
(Addition) derart zwischen der Vorderfläche ( $i=1$ ) und  
der augenseitigen Fläche ( $i=2$ ) aufgeteilt sein, dass  
5 die Pfeilhöhen  $z_i$  der wenigstens einen Fläche ( $i$ ) die  
vorgegebenen Werte aufweisen.

Daneben ist es aber auch möglich, dass der Wirkungsan-  
stieg in der Progressionszone beginnend vom Fernbezugs-  
10 punkt zunächst (im wesentlichen) durch die Krümmungsän-  
derung der einen Fläche und im unteren Teil der Pro-  
gressionszone (im wesentlichen) durch die Krümmungsän-  
derung der anderen Fläche erzeugt wird. Anders ausge-  
drückt ist der Gradient des Wirkungsanstiegs auf der  
15 Vorderfläche und der augenseitigen Fläche in der Pro-  
gressionszone längs der Hauptlinien örtlich unter-  
schiedlich. Hiermit ergeben sich vollständig neue  
Gestaltungsmöglichkeiten der Peripherie der erfindungs-  
gemäßen Brillengläser.

20 Ferner ist es auch möglich, dass nicht nur der Verlauf  
des Progressionsanstiegs längs der Hauptlinie, sondern  
auch die Länge der Progressionszone auf der Vorderflä-  
che und der augenseitigen Fläche unterschiedlich ist.

25 Eine weitere Möglichkeit, die auch unabhängig von den  
Merkmälern des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1  
eingesetzt werden kann, ist, dass in Abhängigkeit von  
der Achslage und/oder des Betrages des Astigmatismus  
30 und insbesondere im Falle unterschiedlicher Astigmatismus-Beträge und/oder Achslagen für die Ferne und die  
Nähe, d.h. im Fern- bzw. Nahteil die eine Fläche ( $i$ )

zumindest im wesentlichen die astigmatische Verordnung im Fernteil und die andere Fläche (j) zumindest im wesentlichen die astigmatische Verordnung im Nahteil aufbringt.

5

Beispielsweise kann einer bestimmten Achslage zunächst der Flächenastigmatismus im Fernteil der Vorderfläche den Astigmatismus erzeugen, der den Astigmatismus des Auges (zumindest teilweise) kompensiert. In der Progressionszone nimmt dann der zur Kompensation erforderliche Flächenastigmatismus der Vorderfläche kontinuierlich ab, während der Flächenastigmatismus auf der augenseitigen Fläche kontinuierlich zunimmt. Im Nahteil trägt dann (nahezu) ausschließlich der Flächenastigmatismus der augenseitigen Fläche zur Kompensation des Astigmatismus des Auge bei. Selbstverständlich sind die verschiedensten "Übergangsformen" bzw. "Mischformen" oder die umgekehrte Gestaltung möglich.

20 Weiterhin ist es möglich, dass der Fernteil und der Nahteil auf der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche eine unterschiedliche Erstreckung aufweisen:

Die Begrenzungen des Fernteils und des Nahteils sind 25 üblicherweise durch eine ISO-Flächenastigmatismus-Linie mit einem bestimmten Absolutwert gegeben. Diese Linien können dann auf der Vorderfläche und auf der augenseitigen Fläche unterschiedlich verlaufen.

30 Im Falle einer Astigmatismus-freien Verordnung ist die den Fernteil bzw. den Nahteil begrenzende ISO-Astigmatismus-Linie üblicher Weise die 0,5 dpt-Linie des

Flächenastigmatismus. Selbstverständlich sind aber auch andere Definitionen für die Begrenzung des Fernteil des bzw. des Nahteils möglich.

5 Wie bereits gesagt, ist das erfindungsgemäße Brillenglas in bestimmten Teilen in herkömmlicher Weise ausgebildet:

10 So ist es insbesondere möglich, dass die Wirkung vom Fernteil zum Nahteil in an sich bekannter Weise längs einer zur Nasenseite hin gewundenen Kurve (Hauptlinie) ansteigt.

15 Die Hauptlinien können auf der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche unterschiedlich verlaufen. Dies ist zum einen auf Grund der prismatischen Ablenkungen des Sehstrahles im Brillenglas erforderlich. Der Unterschied im Verlauf der Hauptlinien kann aber auch größer oder kleiner sein als zur Kompensation der prismatischen Ablenkungen erforderlich und so eine weitere Gestaltungsmöglichkeit darstellen.

25 Damit ist bei dem erfindungsgemäßen Brillenglas häufig der Versatz der Hauptlinien zwischen dem Fernteil und dem Nahteil auf der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche unterschiedlich. Zudem kann der Versatz eine Funktion der Addition und/oder der Wirkung sein.

30 Die Hauptlinie auf der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche muss insbesondere nicht die Mitte zwischen zwei ISO-Astigmatismus-Linien sein:

so ist es möglich, dass auf den Hauptlinien der Flächenastigmatismus im Falle einer Astigmatismus-freien Verordnung ein Minimum und im Falle einer astigmatischen Verordnung die größte Annäherung an den Wert der 5 astigmatischen Verordnung im zentralen Bereich des Brillenglases aufweist.

Alternativ ist es auch möglich, dass insbesondere im Falle einer astigmatischen Verordnung der Flächenastigmatismus sich senkrecht zur Hauptlinie in einem Streifen beidseits der Hauptlinie zumindest annähernd linear ändert. 10

Das erfindungsgemäße Brillenglas kann in an sich bekannter Weise unter Berücksichtigung der vorstehenden 15 technischen Lehre berechnet werden, so dass auf die Beschreibung eines konkreten Ausführungsbeispiels verzichtet werden kann. Insbesondere ist es möglich, dass zur Berechnung eines erfindungsgemäßen Brillenglases in an sich bekannter Weise eine Zielfunktion vorgegeben 20 wird. Dabei werden die Anfangsbedingungen für den Doppelstreifen beidseits der Hauptlinien der Vorderfläche und der augenseitigen Flächen derart geeignet gewählt, dass bei einer Flächengestaltung, die die vorgegebene 25 Zielfunktion erfüllt, der vorgegebene Verlauf der Pfeilhöhen  $z$  des Randes der Fläche(n) erhalten wird.

Als Zielfunktion  $F$ , mit der nicht nur ein Wert des Flächenastigmatismus, sondern auch die Achslage des Flächenastigmatismus längs der Hauptlinie und der Wert der 30 Flächenbrechkraft vorgegeben werden können, kann beispielweise verwendet werden:

$$F = \int_{Y_{\min}}^{Y_{\max}} [(A - A_v)^2 + (D - D_v)^2 + (\varepsilon - \varepsilon_v)^2] dy$$

5 wobei  $A_v(y)$ ,  $D_v(y)$  und  $\varepsilon_v(y)$  die jeweils vorgegebenen Flächeneigenschaften entlang der Hauptlinie und

10  $A(y)$  der Flächenastigmatismus,  
 $D(y)$  der Flächenbrechwert, und  
 $\varepsilon(y)$  die Achslage des Flächenastigmatismus bezüglich der Horizontalebene sind.

15 Durch Minimierung dieser Zielfunktion können die Hauptlinie und der sie umgebende Bereich (Doppelstreifen) nach Vorgabe der Projektion  $f_1(y)$  der Hauptlinie auf die x,y-Ebene unter physiologischen Gesichtspunkten erhalten werden. Dabei können auch erforderliche oder aus gestalterischen Gründen vorgegebene Prismen berücksichtigt werden. Ergänzend wird hierzu auf die DE 43 37 369 20 Al verwiesen.

25 Insbesondere ist es dabei möglich, dass sich bei einer Flächengestaltung, die die vorgegebene Zielfunktion erfüllt, eine Variation der Randdicke ergibt, die deutlich geringer als bei einem progressiven Brillenglas mit nur einer progressiven Fläche ist. Die vorgegebene Zielfunktion entspricht dabei der eines progressiven Brillenglases mit nur einer progressiven Fläche, das 30 ohne Berücksichtigung des Randverlaufs optimiert wird.

35 In jedem Falle erhält man ein Brillenglas mit zwei progressiven Flächen, bei dem der periphere Randbereich nicht nur unter optischen, sondern auch unter geometrischen und insbesondere kosmetischen Gesichtspunkten

gestaltet ist, ohne dass die Verträglichkeit des Brillenglasses leiden würde.

Zusätzlich oder alternativ können auch andere Vorgaben  
5 hinsichtlich des Flächenverlaufs eingehalten werden,  
die unter „nicht-optischen“ Gesichtspunkten, beispielsweise kosmetischen Gesichtspunkten, wie Durchbiegung  
des Brillenglasses in einer oder zwei zueinander senkrechten Richtungen, kritische Dicke etc. gemacht werden,  
10 ohne dass die Verträglichkeit des Brillenglasses leiden würde.

PATENTANSPRÜCHE

5 1. Progressives Brillenglas mit zwei asphärischen und insbesondere progressiven, d. h. zum Wirkungsanstieg (Addition Add) vom Fernteil zum Nahteil beitragenden Flächen,

dadurch gekennzeichnet, dass die Pfeilhöhen

10  $z_i = z_i(x, y)$

wenigstens einer (i) progressiven Fläche ( $i=1, 2$ ) so gewählt sind, dass die Pfeilhöhen  $z$  dieser jeweiligen Fläche an dem durch

$y_i = f_{i1}(x)$  für  $y \geq 0$  bzw.

15  $y_i = f_{i2}(x)$  für  $y < 0$

gegebenen Rand des Brillenglases vorgegebene Werte annehmen, ohne dass diese Fläche (i) oder die andere Fläche (j) eine zur Bildung eines Tragrandes etc. dienende Krümmungsumkehr aufweisen.

20

2. Brillenglas nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass die Gestaltung des peripheren Bereichs einer oder beider Flächen weitgehend frei gestaltet ist.

25

3. Brillenglas nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebenen Werte der Pfeilhöhen  $z$  der jeweiligen Fläche(n) am Rand im wesentlichen durch geometrische Vorgaben bestimmt sind, und dass trotz der Einhaltung dieser Vorgaben die optischen Eigenschaften des Brillenglases weder im zentralen Bereich noch im Rand-

bereich spürbar schlechter als bei einem herkömmlichen Brillenglas mit einer progressiven Fläche sind, bei dem der Randverlauf nicht vorgegeben ist.

5

4. Brillenglas nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Gesamtastigmatismus an keiner Stelle des Brillenglases einen Wert von 1,5\*Add und insbesondere 1,1\*Add überschreitet.

10

5. Brillenglas nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Refraktionsfehler an keiner Stelle des Brillenglases einen Wert von 1\*Add und insbesondere von 0,7\*Add überschreitet.

15

6. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Rand der durch eine (individuell) gewählte Brillenfassung vorgegebene Rand des gerandeten Brillenglases ist.

20

7. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Rand der Rand eines rohrunden Brillenglases ist.

25

8. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der durch das jeweilige Rezept vorgegebene Wirkungsanstieg Add vom Fernteil zum Nahteil (Addition) derart zwischen der Vorderfläche ( $i=1$ ) und der augenseitigen Fläche ( $i=2$ ) aufgeteilt ist, dass die Pfeilhöhen  $z_i$

der wenigstens einen Fläche (i) die vorgegebenen Werte aufweisen.

9. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
5 dadurch gekennzeichnet, dass die Pfeilhöhen  $z_{j \neq i}$  der anderen Fläche (j) am Rand derart gewählt sind, dass die Variation der Randdicke längs des Umfangs des Brillenglases deutlich geringer als bei einem progressiven Brillenglas mit nur einer asphärisch-progressiven Fläche ist.  
10
10. Brillenglas nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Variation der Randdicke längs des Umfangsrandes um wenigstens  
15 30%, bevorzugt 50% geringer als bei einem progressiven Brillenglas mit gleicher Fernteilwirkung und Addition und mit nur einer progressiven Fläche ist.  
15
- 20 11. Brillenglas nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Randdicke längs des Umfangs eines rohrunden Brillenglases weniger als 40% und insbesondere weniger als 25% variiert.  
20
- 25 12. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet, dass im Falle einer astigmatischen Verordnung wenigstens eine der beiden Flächen einen Flächenastigmatismus aufweist, dessen Betrag und Achslage den Astigmatismus des Auges zumindest annähernd korrigiert.  
30

13. Brillenglas nach Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Flächenastigmatismus derart gewählt ist, dass der Flächenastigmatismus unter Berücksichtigung des Astigmatismus  
5 schiefer Bündel den Astigmatismus des Auges zumindest annähernd korrigiert.
14. Brillenglas nach Anspruch 12 oder 13 oder nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 i. V. m. Anspruch 12 oder 13,  
dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von der Achslage und/oder des Betrages des Astigmatismus und insbesondere im Falle unterschiedlicher Astigmatismus-Beträge und/oder Achslagen im Fern-  
10 bzw. Nahtteil die eine Fläche (i) zumindest im wesentlichen die astigmatische Verordnung im Fernteil und die andere Fläche (j) zumindest im wesentlichen die astigmatische Verordnung im Nahtteil aufbringt.
15. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 14 oder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Begrenzungen des Fernteils und des Nahtteils, die durch eine ISO-  
20 Flächenastigmatismus-Linie mit einem bestimmten Absolutwert gegeben sind, auf der Vorderfläche (i=1) und der augenseitigen Fläche (i=2) unterschiedlich verlaufen.
- 25 30 16. Brillenglas nach Anspruch 15,  
dadurch gekennzeichnet, dass im Falle einer Astigmatismus-freien Verordnung die den Fernteil bzw.

den Nahteil begrenzende ISO-Astigmatismus-Linie die 0,5 dpt-Linie des Flächenastigmatismus ist.

17. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 16,  
5 dadurch gekennzeichnet, dass die Wirkung vom Fern-  
teil zum Nahteil in an sich bekannter Weise längs  
einer zur Nasenseite hin gewundenen Kurve (Haupt-  
linie) ansteigt.
- 10 18. Brillenglas nach Anspruch 17 oder nach dem Oberbe-  
griff des Anspruchs 1 i. V. m. Anspruch 17,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Versatz der  
Hauptlinien zwischen dem Fernteil und dem Nahteil  
auf der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche  
15 unterschiedlich ist.
19. Brillenglas nach Anspruch 17 oder 18,  
dadurch gekennzeichnet, dass auf den Hauptlinien  
der Flächenastigmatismus im Falle einer Astigma-  
20 tismus-freien Verordnung ein Minimum und im Falle  
einer astigmatischen Verordnung die größte Annähe-  
rung an den Wert der astigmatischen Verordnung im  
zentralen Bereich des Brillenglases aufweist.
- 25 20. Brillenglas nach Anspruch 17 oder 18,  
dadurch gekennzeichnet, dass im Falle einer astig-  
matischen Verordnung der Flächenastigmatismus sich  
senkrecht zur Hauptlinie in einem Streifen beid-  
seits der Hauptlinie zumindest annähernd linear  
30 ändert.

21. Brillenglas nach einem der Ansprüche 1 bis 20 oder nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Länge der Progressionszone und/oder der Verlauf des Progressionsanstieges längs der Hauptlinie auf der Vorderfläche und der augenseitigen Fläche unterschiedlich ist.  
5
22. Verfahren zur Berechnung eines progressiven Brillenglases nach einem der Ansprüche 1 bis 21,  
dadurch gekennzeichnet, dass in an sich bekannter Weise eine Zielfunktion vorgegeben wird, und dass die Anfangsbedingungen für den Doppelstreifen beidseits der Hauptlinien der Vorderfläche und der  
10 augenseitigen Flächen derart geeignet gewählt werden, dass bei einer Flächengestaltung, die die vorgegebene Zielfunktion erfüllt, der vorgegebene Verlauf der Pfeilhöhen  $z$  des Randes der Fläche(n) erhalten wird.  
15
23. Verfahren nach Anspruch 22,  
dadurch gekennzeichnet, dass sich bei einer Flächengestaltung, die die vorgegebene Zielfunktion erfüllt, eine Variation der Randdicke ergibt, die deutlich geringer als bei einem progressiven Brillenglas mit nur einer progressiven Fläche ist.  
20
24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23,  
dadurch gekennzeichnet, dass die vorgegebene Zielfunktion der eines progressiven Brillenglases mit nur einer progressiven Fläche entspricht, das ohne Berücksichtigung des Randverlaufs optimiert wird.  
25

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 24,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Optimierung der-  
art erfolgt, dass die kritische Dicke des Brillen-  
glasses minimiert wird.

5